

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 05165

(54) Procédé et dispositif pour la mesure des vitesses linéaires sans contact et sans marquage.

(51) Classification internationale (Int. CL³). G 01 P 3/68; B 21 C 51/00; D 21 F 7/02.

(22) Date de dépôt..... 28 février 1979, à 14 h 34 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 26-9-1980.

(71) Déposant : AGENCE NATIONALE DE VALORISATION DE LA RECHERCHE, ANVAR, résident
en France.

(72) Invention de : Jacques Sabater et Serge Bauduin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

La présente invention qui a été faite au cours d'une recherche effectuée au Centre Technique du Papier (CTP) avec la collaboration de l'Institut d'Optique Théorique et Appliquée (IOTA) et du Centre d'Etudes des Phénomènes Aléatoires et de Géophysique (CEPHAG) concerne la mesure directe des vitesses linéaires, sans contact entre les éléments en mouvement relatif, et sans marquage sur ces éléments.

Le problème de la mesure industrielle directe des grandeurs liées au déplacement de solides et de fluides (vitesses, longueurs, débits) a longtemps manqué de solutions, notamment en raison de la nécessité de placer l'instrument en contact avec le matériau, pour effectuer la mesure de ces grandeurs.

En revanche, depuis moins de dix ans, de nouvelles technologies ont donné le jour à une nouvelle famille de solutions industrielles pour la mesure directe de vitesses linéaires ou par intégration de cette vitesse, de longueurs (intégration dans le temps) et de débits (intégration dans l'espace).

Toutes ces solutions ont en commun la mise en oeuvre d'une détection assez simple ne perturbant pas le procédé physique, suivi d'un traitement en général complexe élaborant la mesure à partir du signal brut en provenance du ou des détecteurs.

L'invention concerne plus particulièrement le cas où la direction du déplacement est connue et où seule l'amplitude est à déterminer.

On a donc des capteurs qui ne perturbent pas le procédé physique. Lorsqu'il s'agit de déplacements de matériaux solides, cela signifie : mesure sans contact. Lorsqu'il s'agit de veines fluides, cela signifie au moins que les capteurs sont disposés en paroi, sans partie immergée dans l'écoulement. Pour satisfaire à ces exigences, on trouve notamment des capteurs optiques.

La détection optique est l'une de celles qui semblent présenter le plus d'intérêt. Qu'ils soient à un ou plusieurs faisceaux, les détecteurs optiques comprennent tous une ou plusieurs sources lumineuses, une optique guidant les trajets de l'énergie lumineuse et un ou plusieurs détecteurs.

En ce qui concerne la source lumineuse, on rencontre deux options assez fondamentalement différentes selon qu'il s'agit de lampes (de type quartz-iode par exemple) ou de lasers de faible puissance (Hélium Néon le plus souvent). Mais, il peut

aussi arriver que la lumière ambiante soit suffisante pour certaines applications. Le trajet optique est en général spécifique de l'application. Les détecteurs sont le plus souvent des semi-conducteurs photosensibles.

5 Derrière les capteurs, on trouve des éléments de traitement des signaux qui font un large usage des technologies modernes de l'électronique à base de circuits intégrés pour réaliser des modules analogiques ou numériques de calcul spécialisés (comptage, corrélation, etc...) et spécifiques de l'appli-
10 cation envisagée.

 L'invention a pour but de permettre la mesure précise des vitesses linéaires, soit d'un élément en défilement devant un poste fixe, par exemple le défilement de la feuille dans une machine à papier, soit la vitesse d'un mobile devant
15 une base fixe, par exemple la vitesse d'un véhicule sur voie ferrée, mesurée par rapport à un rail. L'invention peut s'appliquer également à la mesure d'un fluide, comme le jet aux lèvres d'une machine à papier.

 L'invention utilise le fait que la surface de l'objet en défilement est irrégulière et que, si l'on illumine un
20 point fixe de l'espace, par lequel passe l'objet mobile en défilement, il est possible de capter une émission en retour, caractéristique de la zone de l'objet en défilement, balayée par l'illumination. Si on illumine dans les mêmes conditions deux
25 points fixes de l'espace par lesquels passe l'objet en défilement et que l'on capte dans les mêmes conditions les deux émissions en retour, on constate que ces émissions irrégulières sont, comme on peut s'y attendre, identiques à un décalage près dans le temps, décalage qui dépend de la vitesse linéaire de défile-
30 ment de l'objet. La mesure de ce décalage permet de calculer la vitesse linéaire. Cette mesure peut être faite en utilisant les techniques d'intercorrélation. Il s'agit d'une mesure indirecte du temps de parcours entre deux détecteurs. Ce temps est représenté par l'abscisse du "pic" de la courbe d'intercorrélation entre les signaux des deux détecteurs (voir plus loin).
35 Mais, ces techniques ne peuvent s'appliquer que si les signaux fournis par les détecteurs satisfont à certaines conditions (signaux aléatoires, spectre en fréquence de largeur suffisante, etc...). Or, une première approche a permis de conclure que le
40 spectre en fréquence d'un signal rétrodiffusé par une feuille

de papier, une tôle, par exemple en acier ou en aluminium à la sortie d'un laminoir, la surface d'un rail de voie ferrée, ou encore un fil métallique à la sortie d'une filière, le jet aux lèvres d'une machine à papier, est suffisamment riche pour obtenir un pic de corrélation assez pointu.

On a déjà proposé un dispositif faisant application de ce fait. Ce dispositif comporte deux sources lumineuses identiques avec des optiques appropriées, pour éclairer deux points de l'objet en défilement, séparés par un écart constant. Deux capteurs identiques reçoivent les signaux en retour. Les capteurs transforment les signaux lumineux en signaux électroniques qui sont transmis à des mémoires par des lignes à retard différentes pour former des images dans les mémoires, et l'on ajuste l'une des lignes à retard de façon à obtenir la superposition des images dans les mémoires.

Un tel dispositif n'a pas pu recevoir d'application industrielle, car il est trop coûteux et trop difficile à mettre en oeuvre. Il est évident que la précision de la mesure dépend de l'écart entre les points éclairés et croît avec cet écart, et dépend également de la largeur de la zone éclairée dans le sens du défilement, la précision décroissant quand cette largeur augmente. Avec des capteurs à lampe donnant sur l'objet en défilement un spot de 0,5 à 1 mm, il faut écarter les capteurs de 50 à 100 cm l'un de l'autre pour permettre d'atteindre une précision de un pour mille de la mesure de la vitesse.

Un tel écart entre les sources lumineuses a pour première conséquence d'imposer une grande dimension au dispositif, qui, de ce fait, est encombrant. Une deuxième conséquence est la difficulté d'avoir un parallélisme assez précis des faisceaux lumineux disposés à un tel écart pour que les signaux en retour soient suffisamment semblables. Pour ces raisons, et aussi en raison du prix de l'appareil, l'application n'a pu dépasser le stade de l'expérimentation de laboratoire.

On a déjà pensé à l'utilisation du laser pour la mesure de la vitesse linéaire, sans contact et sans marquage. Mais, jusqu'à aujourd'hui, les seules propriétés du laser que l'on envisageait, concernaient l'effet Doppler ou l'interferométrie.

Les inventeurs ont pensé que l'utilisation du laser permettrait, en raison de l'étroitesse du faisceau, de réduire

la distance entre les points éclairés. Comme indiqué ci-dessus, on peut, en effet, en première approximation, considérer le rapport largeur de fente observée/distance entre capteurs comme une image de la précision de l'instrument; dans ces conditions, on peut avec le laser, placer les deux capteurs à quelques centimètres d'intervalle. Il a alors été possible pour les inventeurs de concevoir un dispositif compact.

En outre, la puissance du faisceau laser permet de placer sans inconvénient le dispositif à plusieurs centimètres de l'objet à éclairer, ce qui facilite beaucoup la mise en place du dispositif et multiplie ses applications, alors qu'avec des lampes, il est nécessaire, à défaut d'optiques compliquées et coûteuses, de placer le dispositif à quelques millimètres seulement de la surface à éclairer, ce qui, en pratique, rend l'application souvent impossible.

La qualité géométrique du faisceau laser, sa faible divergence permet en plus d'avoir une profondeur de champ, c'est-à-dire une tolérance de mise au point assez importante, par exemple de quelques centimètres dans les applications citées plus haut. Ceci permet en pratique des applications qui seraient irréalisables avec une profondeur de champ trop faible.

Pour ces diverses raisons, ainsi que pour d'autres raisons indiquées ci-après, l'application du laser dans un tel procédé apporte des avantages importants.

L'invention a pour objet un procédé pour la mesure permanente ou quasi permanente de la vitesse linéaire de défilement relatif par rapport à un dispositif de mesure, d'un objet de forme générale plane et de grande longueur, dans lequel on éclaire deux zones fixes sur le trajet de l'objet (donc séparées par une distance fixe) on forme des images des deux zones éclairées sur des moyens de transducteur puis on traite les signaux émis par les moyens de transducteur pour obtenir le temps de parcours d'un point de l'objet en défilement pour passer d'une zone éclairée à l'autre.

Selon l'invention, les zones sont éclairées par des rayons laser provenant d'une même source, par division du faisceau laser en deux faisceaux. Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les images des zones éclairées sont formées sur un seul et unique transducteur, dont le signal de sortie est traité par autocorrélation.

Conformément à la présente invention, un dispositif du type défini ci-dessus pour mesurer la vitesse linéaire de défilement relatif d'un objet par rapport au dispositif est caractérisé en ce qu'il comporte une source d'émission d'un rayon laser, un ensemble optique tel que le rayon laser incident qui le traverse se fractionne au passage du bloc en donnant naissance à la sortie à deux rayons émergents et parallèles, des moyens de transducteur pour capter les émissions rétrodiffusées par l'objet en défilement, et émettre des signaux et des moyens de traitement des signaux émis par les moyens de transducteur.

Avantageusement, le fractionnement du rayon laser est réalisé par une face semi-transparente. Le transducteur peut être un capteur unique recevant simultanément les rétrodiffusions des deux rayons laser émergents, et les signaux du capteur sont traités par la technique d'autocorrélation. Il est essentiel que l'ensemble optique soit rigide, et dans certaines applications, il peut être constitué par un bloc unique.

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, donnée à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée, les particularités qui ressortent du dessin et du texte faisant bien entendu partie de ladite invention.

La figure 1 est une vue schématique en élévation avec partie en coupe d'un dispositif selon l'invention;

la figure 2 est une représentation schématique en plan de l'objet dont on doit mesurer la vitesse linéaire;

la figure 3 est une vue schématique en élévation d'une autre forme de réalisation de l'invention;

la figure 4 est une vue de profil du dispositif de la figure 4;

la figure 5 est un graphique représentant une fonction d'autocorrélation d'une fonction aléatoire;

la figure 6 est un graphique représentant une fonction d'autocorrélation de la somme de deux fonctions aléatoires, l'une étant le décalage dans le temps de l'autre; et,

la figure 7 représente un graphique obtenu en pratique correspondant à la fonction de la figure 5.

Le dispositif selon l'invention comporte un appareil 10 et, relié par un câble à l'appareil 10, un bloc de traitement

(non représenté) qui peut être installé à tout endroit approprié. L'appareil 10 est placé, quand il est en service à quelques centimètres d'un objet 11 en défilement, par exemple dans le sens de la flèche f, et qui peut être une nappe de papier dans une machine à papier, une tôle sortant d'un laminoir, un rail de voie ferrée, etc. L'appareil comporte un laser 15, un bloc optique 16, une cellule 17 avec éventuellement un filtre 18, sélectif du rayonnement laser, ces éléments étant logés dans un boîtier 19 dans lequel est prévue une fenêtre 20. Le bloc optique est constitué de prismes et de lentilles assemblés par collage. Un ensemble des deux prismes 161 et 162 forment un cube séparateur d'un type disponible dans le commerce. Le bloc est obtenu à partir de ce cube par adjonction d'un prisme 163 et de deux lentilles, une lentille cylindrique 164 et une lentille simple 165. Cette réalisation est avantageuse, mais on pourrait utiliser un équivalent, tel qu'une lame semi-réfléchissante associée à un prisme ou à un miroir. Une face de sortie 161a du prisme 161 est parallèle à la surface de l'objet à observer et l'axe d'émission du laser est perpendiculaire à cette surface. Cette disposition préférentielle permet d'avoir de façon simple des rayons à incidence normale à la surface de l'objet 11, mais cette incidence n'est pas indispensable, et il n'est pas non plus nécessaire que l'axe du laser soit normal à la surface de l'objet 11. Il pourrait occuper une position quelconque, pourvu qu'une optique appropriée donne à la sortie deux rayons parallèles.

Le laser est par exemple un laser Hélium Néon de deux mW, avec son bloc d'alimentation.

Le transducteur 17 est avantageusement une cellule à semi-conducteur de 4 x 4 mm de surface sensible, avantageusement précédée d'un filtre interférentiel centré sur une fréquence proche de celle du laser qui est de 632,8 nm.

Le dispositif fonctionne de la façon suivante. Le laser 15 émet un faisceau source qui pénètre dans le bloc optique en traversant d'abord la lentille cylindrique 164, puis le prisme 162. Le faisceau rencontre alors la surface semi-réfléchissante et se divise en deux, un premier faisceau dans le prolongement de la source traverse le prisme et est focalisé en 21 sur l'objet 11, et un deuxième faisceau focalisé en 22 sur l'objet 11 après réflexion totale sur la face 163a du prisme 163.

Les rayons rétrodiffusés, après réflexion respectivement sur la face 163a et sur la surface semi-réfléchissante se superposent pour coïncider sur la cellule 17 après traversée de la lentille 165 et du filtre 18. Les deux faisceaux diffusés sont additionnés optiquement et ainsi renvoyés sur une seule et même cellule. On s'arrange pour concentrer sur la cellule une quantité maximale de lumière en provenance des points éclairés de l'objet 11. Le bloc optique permet aussi une concentration du faisceau source donnant, dans la zone de passage de l'objet 11 une largeur de faisceau de l'ordre de 100 μ pour une étendue "sens travers" de plusieurs millimètres, et pour une "profondeur de champ" de plusieurs centimètres, ce qui résoud les problèmes de battements de l'objet en défilement.

Le dispositif ainsi constitué présente des avantages importants. Il n'y a qu'une seule source de lumière cohérente, un seul détecteur et une optique simple qui sert à la fois à l'éclairage et au captage des rayons rétrodiffusés. Le prix de revient sera par conséquent relativement très intéressant. Le volume de l'appareil est réduit, il peut être placé facilement à l'emplacement qui sera le plus commode. On est assuré que les faisceaux émergents sont toujours parallèles, même si le calage du dispositif est imparfait, les trajets optiques des rayons images sont aussi parallèles, c'est-à-dire les deux images observées par la cellule à travers l'optique se présentent sous le même angle.

Les figures 3 et 4 représentent un autre mode de réalisation de l'invention. Ce dispositif comporte un laser dont l'axe est horizontal, c'est-à-dire parallèle au plan de défilement de l'objet 11. Le faisceau incident est renvoyé vers le bas par un prisme 202, après avoir traversé une lentille cylindrique 203. Le faisceau traverse ensuite un cube séparateur 204 dans lequel il se sépare en un premier faisceau F_1 et un deuxième faisceau F_2 . Le faisceau F_1 est focalisé sur le point 21, en traversant deux prismes 205 et 206, puis une lentille 207. Le faisceau F_2 est focalisé en 22, en traversant le prisme 208 et la lentille 209. Le chemin de retour des rayons rétrodiffusés est le même jusqu'au cube séparateur, puis les rayons sont focalisés vers une cellule 211, en traversant une lentille normale 212. Les différents éléments sont assemblés rigidement dans un support approprié. Ils sont par exemple collés par une face

latérale sur une plaque de verre. Le fonctionnement est le même que pour l'appareil précédent. Les dimensions de l'appareil sont de l'ordre d'une quinzaine de centimètres, à part le laser qui est disposé perpendiculairement.

5 L'information recueillie dans le transducteur permet par un traitement approprié de connaître le temps de passage d'un point de l'objet du spot 21 au spot 22. Bien que les dispositifs décrits ci-dessus puissent être utilisés avec tout moyen de traitement de l'information permettant de connaître ce
10 temps de passage, c'est-à-dire la vitesse linéaire de l'objet 11, conformément à une caractéristique importante de la présente invention, on utilise le traitement par corrélation en raison des possibilités de calcul numérique, mais aussi pour d'autres raisons. On cherche avant tout à réaliser une méthode de mesure
15 industrielle, donc de coût modeste. On vise des applications, que ce soit en mesure ou en contrôle de procédé (automatisation), pour lesquelles il suffirait, dans la grande majorité des cas, de disposer d'une bande passante de 10 hertz, mais pour lesquelles une précision de 1°/° serait parfois à peine suffisante :
20 mesure de tirages ou de glissements. Enfin, on peut tolérer que l'instrument effectue une moyenne dans l'espace.

La méthode d'intercorrélation peut conduire à un montage instrumental très simple; la précision de la mesure est suffisante; la bande passante de l'instrument est en pratique
25 limitée par la nécessité d'effectuer un moyennage sur la courbe de corrélation avant de détecter le pic.

Les composants et circuits correspondant à la fonction corrélation sont bien connus et existent sur le marché, on peut se les procurer sans difficulté et l'homme de l'art pourra
30 réaliser un montage approprié à l'application envisagée.

Si les relations d'autocorrélation ou d'intercorrélation sont des fonctions classiques, il ne semble pas qu'il y ait, à l'heure actuelle de réalisation industrielle permettant la mesure directe précise de vitesses linéaires (bande ou jet)
35 qui utilise la corrélation de signaux optiques produits par un laser. C'est pourquoi il paraît utile d'en rappeler brièvement le principe, dans son application au dispositif de la présente invention.

Considérons un montage expérimental dans lequel on
40 éclaire ponctuellement un point par exemple d'une feuille de

papier en défilement continu et dans lequel on forme l'image de la tâche éclairée sur une cellule photosensible. Le papier étant un matériau hétérogène, le signal $x(t)$ reçu par la cellule en fonction du temps présente un caractère aléatoire et on peut calculer une estimation de la fonction d'autocorrélation de ce signal,

$$C_{xx}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) \cdot x(t-\tau) dt \quad (1)$$

qui aura l'allure générale représentée sur la figure 3 : un pic à l'origine, plus ou moins aigu selon la richesse du spectre en fréquences du signal lumineux rétrodiffusé par le papier, les dimensions de la tache lumineuse, l'intervalle d'intégration T choisi, etc...

Supposons maintenant le montage des figures 1 et 2 tel que les tâches 21 et 22 soient alignées dans le sens du mouvement de la feuille. Le signal $x(t)$ émis en 22 sera le même que celui $y(t)$ émis en 21, mais retardé d'un temps $\tau_0 = \frac{L}{V}$, L étant la distance 21-22 et V la vitesse de défilement continu de la feuille. Autrement dit,

$$x(t) = y(t - \frac{L}{V}) \quad (2)$$

Si donc, on calcule l'estimation de la fonction d'intercorrélation entre les deux signaux,

$$C_{xy}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) \cdot y(t-\tau) dt \quad (3)$$

on voit d'après (2) que la courbe obtenue sera la même que l'autocorrélation $C_{xx}(\tau)$ avec un décalage d'origine $\tau_0 = \frac{L}{V}$. Elle présentera donc un pic centré sur l'abscisse $\tau_0 = \frac{L}{V}$. La détection de ce pic et la mesure de son abscisse constituent donc une technique permettant de mesurer V .

Dans le dispositif de la présente invention, les deux signaux sont dirigés sur une même et unique cellule dont le signal de sortie est traité par autocorrélation. La fonction autocorrélation est l'intégrale d'un produit de deux facteurs, qui, dans le cas de la somme de deux signaux, deviennent chacun la somme de deux termes. La fonction autocorrélation devient dans ce cas la somme de quatre fonctions,

$$C_{zz}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T z(t) \cdot z(t-\tau) dt$$

avec $z(t) = x(t) + y(t)$ et $z(t-\tau) = x(t-\tau) + y(t-\tau)$

la fonction autocorrélation du signal composite peut alors s'écrire

$$C_{zz}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T \{x(t) \cdot x(t-\tau) + y(t) \cdot y(t-\tau) + x(t) \cdot y(t-\tau) + y(t) \cdot x(t-\tau)\} dt$$

On voit que chacune des quatre fonctions présente un pic, les

deux premières à l'origine, la troisième un pic décalé sur l'abscisse τ_0 et la quatrième un pic décalé sur l'abscisse $-\tau_0$ (figure 4).

En ne conservant que la partie positive, la fonction d'autocorrélation globale présentera donc un pic à l'origine et un pic dit d'intercorrélation à l'abscisse $\frac{L}{V}$. Toutefois, l'amplitude du pic à l'origine sera théoriquement le double de celle du pic d'intercorrélation.

La technique de détection de ce deuxième pic s'applique exactement de la même façon que s'il n'y avait pas de pic à l'origine, à la seule condition que la largeur du pic soit faible devant T .

Le signal du détecteur photo-électrique, convenablement amplifié et mis en forme est introduit dans un module électronique corrélateur. La sortie de ce module est une courbe de corrélation donnée sous la forme discrète de n valeurs numériques : $C_{xx}(m \cdot \Delta t)$, $1 \leq m \leq n$.

En pratique, on effectue les calculs sous forme numérique, c'est-à-dire qu'au lieu de l'intégrale (1) on calcule la somme :

$$C_{xx}(m \Delta t) = \frac{1}{N+1} \sum_{k=0}^N \{x(k \Delta t) \cdot y(k-m \Delta t)\}$$

dans laquelle Δt est le pas de discrétisation de la courbe de corrélation obtenue, et peut être également à la fois la période d'échantillonnage du signal à l'entrée du module corrélateur; N est le nombre de produits élémentaires réalisés par le corrélateur pendant le temps de mesure T ; et m est le rang du point calculé.

On pourrait calculer 1000 points (au moins) de la courbe de corrélation. Sur la figure 5, on voit un exemple de calcul avec 200 points ; on voit qu'on pourrait se contenter de ne calculer que par exemple 100 points, à condition de "recadrer" périodiquement ces 100 points, de façon à éviter de "perdre" le pic en cas de changement de vitesse.

La suite du traitement, effectué en numérique, comprend un lissage de la courbe (moyenne temporelle); une détection du pic d'intercorrélation; un calcul du retard $\tau = p \cdot \Delta t$; une division donne la vitesse $V = \frac{L}{\tau}$, L étant l'intervalle connu entre les deux faisceaux. La mesure de vitesse est ensuite convertie en un signal analogique (0-10 volts par exemple) qui

sera remis à jour à chaque nouveau calcul. La fréquence de cette remise à jour est limitée par les caractéristiques des signaux et par les performances du module de traitement mais il convient qu'elle soit aussi élevée que possible; à titre indicatif, 10
5 valeurs par seconde serait considéré comme une fréquence très satisfaisante, 2 valeurs par seconde comme acceptable, une valeur toutes les 5 secondes comme inacceptable pour la plupart des applications.

En supposant L connu exactement, la précision de la
10 mesure de vitesse est la précision avec laquelle on calcule τ ; elle est donc fonction :
- de l'acuité du pic,
- du pas de discrétisation de la courbe de corrélation (résolution).

15 On sait que le pic est d'autant plus pointu que le spectre en fréquence du signal temporel est plus large. Ce spectre est fonction notamment du capteur et de la vitesse de défilement de la bande. Avec un capteur à laser et pour une vitesse de 10 m/s, on a pu estimer que les fréquences les plus
20 hautes de ce spectre étaient de l'ordre de 100 KHz. La fréquence d'échantillonnage devra donc être sensiblement plus élevée, disons de l'ordre de 500 KHz, si l'on veut ne pas perdre d'information et donc assurer de ce point de vue une acuité optimale du pic.

25 Monsieur Joël Liénard, du CEPHAG, a réalisé un corrélateur particulièrement bien adapté au traitement de tels signaux; le mode de réalisation de ce corrélateur ne fait pas partie de l'objet de l'invention.

REVENDEICATIONS

1°) Procédé pour la mesure permanente ou quasi-permanente de la vitesse linéaire de défilement relatif devant un dispositif de mesure 10, d'un objet 11 de forme générale plane et de grande longueur, au moins sur une zone de défilement devant le dispositif, dans lequel on éclaire au moyen de deux faisceaux laser parallèles émis par une source unique 15, deux zones 21, 22 fixes par rapport au dispositif de mesure, sur le trajet de l'objet, on forme des images des deux zones éclairées sur des moyens de transducteur dont les signaux de sortie sont traités électroniquement par corrélation, pour déterminer le temps de parcours d'un point de l'objet pour aller d'une zone éclairée à l'autre.

2) Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte : une source d'émission d'un rayon laser; un ensemble optique tel que le faisceau laser incident se fractionne en traversant l'ensemble optique en deux faisceaux émergents parallèles; des moyens de transducteur pour capter les images de deux zones éclairées par les faisceaux laser émergents et émettre des signaux électroniques; des moyens pour traiter les signaux de sortie des moyens de transducteur, et des moyens d'indication de la vitesse mesurée.

3) Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de transducteur comportent un capteur unique disposé pour recevoir la superposition des images des deux zones éclairées, les moyens de traitement des signaux de sortie du capteur comportant l'application d'une fonction d'autocorrélation à la somme des signaux provenant des deux zones éclairées et des moyens de traitement complémentaires.

4) Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'ensemble optique comporte un cube séparateur, au moins un miroir ou prisme à réflexion.

5) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ensemble optique comporte une lentille cylindrique à l'entrée du faisceau incident.

6) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les trajets aller et retour des rayons laser entre le cube séparateur et les zones de focalisation sont superposés.

7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé

en ce que l'ensemble optique comporte une lentille de sortie focalisant les rayons rétrodiffusés sur une cellule réceptrice.

5 8) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ensemble optique comporte en outre une paire de prisme, pour allonger le trajet d'un faisceau émergent, afin d'égaliser les trajets des deux faisceaux émergents.

9) Dispositif selon une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la mesure de la vitesse du papier dans une machine à papier.

10 10) Dispositif selon une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la mesure de la vitesse du jet de liquide aux lèvres d'une machine à papier.

15 11) Dispositif selon une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la mesure de la vitesse d'un véhicule sur voie ferrée.

12) Dispositif selon une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la mesure de la vitesse d'une tôle métallique à la sortie d'un laminoir.

Fig.1

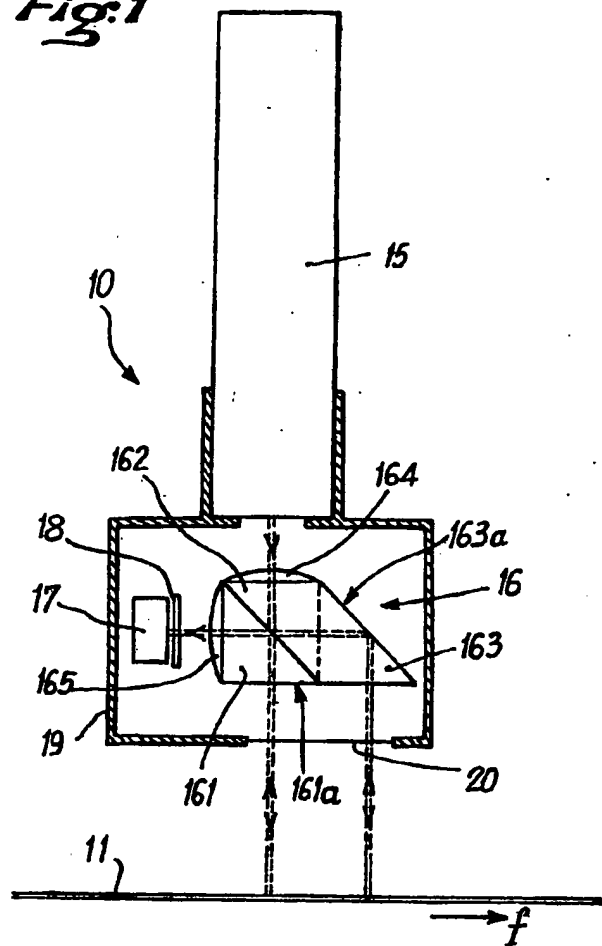
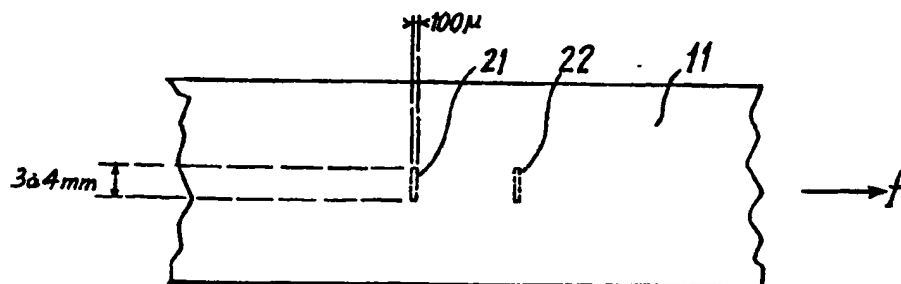


Fig.2



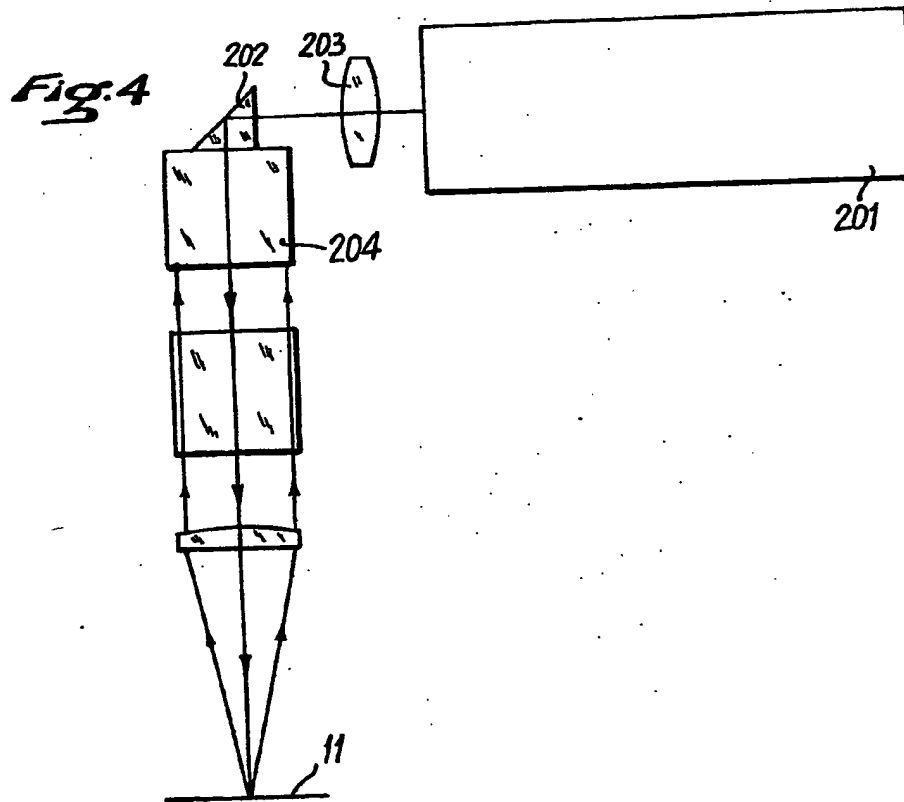
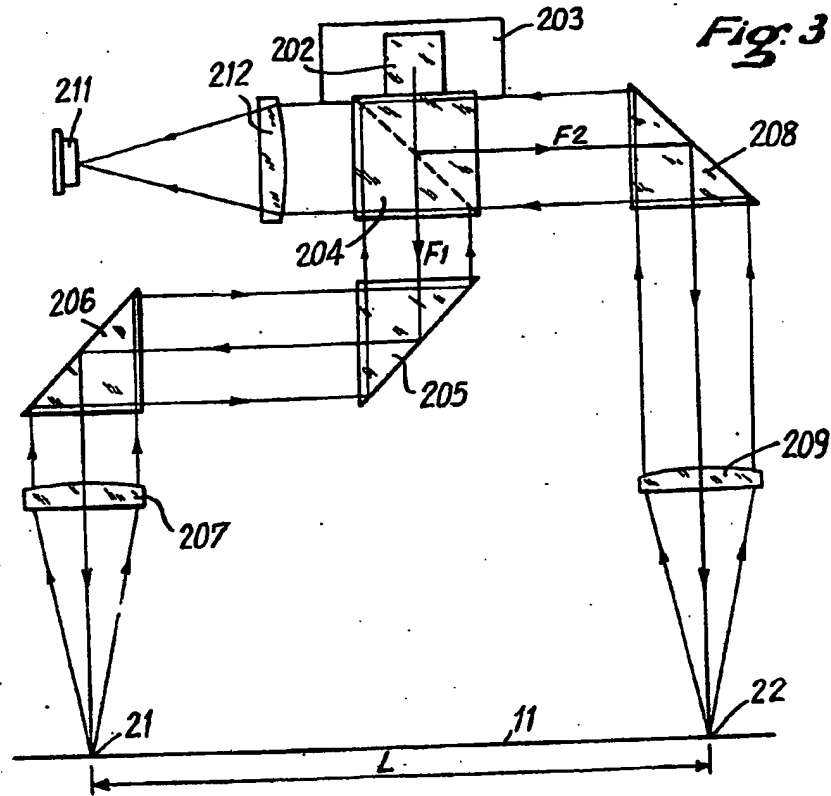


Fig:5

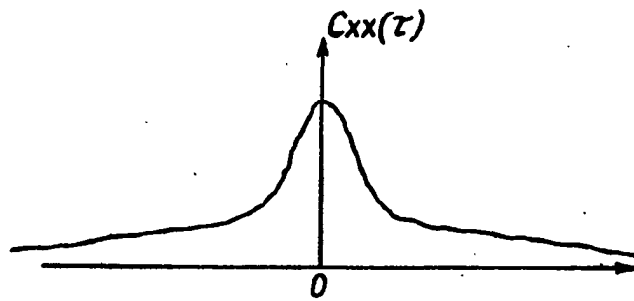


Fig:6

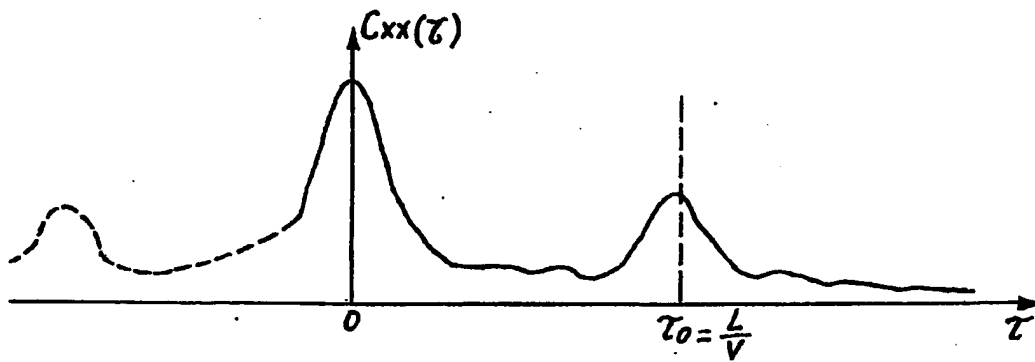


Fig:7

